International Science Journal of Engineering & Agriculture
2022; 1(5): 106-121
https://isg-journal.com/isjea/
doi: 10.46299/j.isjea.20220105.12
ISSN: 2720-6319

Просторовоподібний світ та гравітаційні хвилі. Частина 1. До природи утворення гравітаційних хвиль

Іван Карпенко
Українська нафтогазова Академія (УНГА), Київ, Україна
ORCID 0000-0002-2500-8960

Для цитування цієї статті:
Карпенко Іван. Просторовоподібний світ та гравітаційні хвилі. Частина 1. До природи утворення гравітаційних хвиль. International Science Journal of Engineering & Agriculture Vol. 1, No. 5, 2022, pp. 106-121. doi: 10.46299/j.isjea.20220105.12.
Надійшла до редакції: 20 листопада 2022 р.; **Схвалено:** 25 листопада 2022 р.;
Опубліковано: 01 грудня 2022 р.

Анотація. Досліджується гравітаційне поле в процесі його розсіювання на дискретно організованих матеріальних об’єктах Всесвіту (сукупностях галактик, зіркових системах, групах зірок) та утворенням неоднорідних гравітаційних хвиль з структурою просторовоподібного (ПП) континууму. Демонструється вплив низькочастотних складових гравітаційного поля Всесвіту на тектонічну циклічність будови осадової товщі Землі з періодами мільйони – сотні мільйонів років. А також те, що неоднорідні гравітаційні хвилі утворюють локальний ПП-континуум (простір-час) з притаманними йому можливістю суміщення двох подій у часі і неможливості суміщення у просторі. Обґрунтовується гравітаційно-хвильова гіпотеза сил довгоперіодного тектогенезу у наступній послідовності викладу проблемних питань: 1) механізм утворення гравітаційних хвиль; 2) розсіювання гравітаційних хвиль на дифракційних ґратках (решітках) дискретно організованих космічних систем з утворенням неоднорідних гравітаційних хвиль; 3) доказ існування кореляційного зв'язку періодів неоднорідних хвиль із періодами тектонічних процесів Землі; 4) доказ того, що в процесі розсіяння гравітаційних хвиль в об’ємі 3-мірної дифракційної решітки утворюється ПП-континуум. Розглянуто гіпотезу природи гравітаційних хвиль, що ґрунтується на відомому з квантової механіки принципі дуалізму де Бройля. Тіло, що рухається з постійною швидкістю, розглядається як гравітаційна хвиля, що сприймається нерухомим спостерігачем. При цьому хвиля де Бройля характеризується не як гармоніка, а як білий шум з амплітудою, що дорівнює величині сталої Планка та верхньою частотою рівною частоті де Бройля. Обґрунтовується, що частина маси-енергії, яка обумовлена рухом тіла, тобто його кінетичною енергією, може розглядатися в якості енергії дебройлівської хвилі - енергії гравітаційного хвильового поля рухомого тіла. Встановлено залежність періоду неоднорідних хвиль, що утворюються на решітках, від середньої відстані між космічними утвореннями (зірками, галактиками, тощо). Земля сприймається як гравітаційна антена, а її осадова товща як своєрідна «магнітофонна» стрічка, де записані і збережені часові зміни гравітаційного потенціалу у точці Всесвіту, де знаходиться Земля. Показано, що неоднорідні хвилі, утворені розсіюванням гравітаційних хвиль на групах зірок, відповідають за 11-річну періодичність активності Сонця. Хвилі, утворені розсіюванням на найближчих галактиках, ініціюють тектонічний процес із періодичністю 1,24 млн. років (галактичний цикл), на групах галактик – з періодичністю 15 млн. років (цикли Штілле), на скупченнях галактик (комірчастій структурі Всесвіту) - з періодичністю 400 млн. років (цикли Вільсона).

Ключові слова. Гравітаційні хвилі, Всесвіт, скупчення галактик, групи зірок, неоднорідні хвилі, Земля, тектогенез, цикли Штілле, Вільсона, просторовоподібний континуум.

1. Вступ

В роботі розглянуто розсіювання вселенських гравітаційних хвиль та формування неоднорідних хвиль на дифракційних ґратках, які утворені сукупностями галактик, зіркових систем, групами зірок тощо. Як доказ дієвості впливу неоднорідних хвиль на процеси формування кори Землі буде продемонстровано відповідність величин їх періодичності значенням періодичності тектонічних процесів у тілі Землі.

Іншими словами, буде показано, що глобальні тектонічні процеси Землі, що мають періодичність у сотні, десятки та одиниці мільйонів років, породжуються неоднорідними хвилями у Всесвіті. А також, що кора Землі є природною гравітаційною антеною, оскільки в шаруватості кори, особливо в товщі порід осадових басейнів, як на магнітофонній стрічці, відображаються всі викликані гравітаційними хвилями Всесвіту коливання гравітаційного поля Землі.

Також буде наведено експериментальне підтвердження розроблених теоретичних положень, в якому будуть зіставлені отримані з астрономічних даних теоретичні оцінки періодів неоднорідних гравітаційних хвиль зі значеннями періодів тектонічних процесів у геологічних циклах Вільсона та Штілле.

2. Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є вселенське гравітаційне поле та утворювані ним при розсіювання на дискретно організованих матеріальних структурах Всесвіту (дифракційних решітках) неоднорідні гравітаційні хвилі з структурою просторовоподібного (ПП) континууму. Предметом дослідження є демонстрація впливу низькочастотних складових гравітаційного поля Всесвіту на тектонічну циклічність будови осадової товщі Землі. А також демонстрація того, що неоднорідні гравітаційні хвилі не покидають місця знаходження дифракційної решітки, утворюючи тим самим локальний ПП-континуум (простір-час) з притаманними йому можливістю суміщення двох подій у часі і неможливості суміщення у просторі.

3. Аналіз літератури

Осадова товща Землі формується в процесі опускання окремих частин її кори в мантію Землі та утворення водних басейнів, які заповнюються переважно за участю річок різним осадовим матеріалом теригенного і карбонатного генезису. Швидкість опускання з часом змінюється, що супроводжується утворенням шаруватості та циклічності порід в осадовій товщі та залежить як від внутрішніх факторів – коромантійних перетікань речовини, так і від зовнішніх – переважно кліматичних. Тому в цілому циклічність, що утворюється в нашаруваннях має різну природу - тектонічну, геоморфологічну, седиментаційну [*Геологічний, 1978; Лобковський, 2004; Обстановки, 1990; Пущаровський, 2001; Хаїн, 2001, 2010*].

На питання, які природні сили лежать в основі цієї періодичності В. Є. Хаїн ще в 1960 році давав таку відповідь: "Єдиним перспективним напрямком пояснення планетарної циклічності тектонічних явищ є можливість пояснення цієї циклічності впливом астрономічних факторів, пов'язаних з обертанням Землі та її рухом у світовому просторі" [*Хаїн, 2001,2010*].

У цьому напрямі вивчалася роль в тектогенезі руху Сонячної системи стосовно галактичного центру. Але було показано, що в межах точності $\pm 10^{-8}$ см/с^2 (чутливість сучасного високоточного гравіметра 10^{-6} см/с^2) рух Сонячної системи галактичною орбітою можна вважати прямолінійним і рівномірним [*Захаров,2003; Карпенко,2004*], тобто таким, що не впливає на геотектоніку.

Цікава гіпотеза позаземних сил тектогенезу припливної природи представлена у роботі [*Авсюк,2001*]. У ній робляться посилання на періодичність льодовикового періоду (200-250 млн. років), періодичність інверсій магнітного поля (200-280 млн. років). Але, зауважимо, що ці числові значення періодичності в роботі, що цитується, не отримані як внутрішні числові характеристики динаміки системи Земля – Місяць – Сонце. Тому таке порівняння з періодичністю реальних довгоперіодних тектонічних процесів носить загалом гіпотетичний характер.

Ситуація радикально змінюється, якщо до розгляду включити теоретично, а зараз уже й експериментально, доведене існування гравітаційних хвиль Всесвіту. Нижче обґрунтовується гравітаційно-хвильова гіпотеза природи довгоперіодних тектонічних процесів та її зв'язок із будовою та динамікою розвитку гравітаційних мас Всесвіту – галактиками, групами галактик, їх скупченнями та надскупченнями. Ця гіпотеза вперше була сформульована в роботах [*Карпенко,2004,2012*].

4. Мета та задачі дослідження

Метою даної роботи є обґрунтування космічної природи сил, що відповідають за прояви тектонічної активності з періодами мільйони – сотні мільйонів років. Насамперед таких як тектонічні (Т) фази активізації тектоносфери Землі у розумінні розширеного канону Штілле [*Геологічний,1978*], а також відповідальних за періодичність утворення океанів та глобальне рифтоутворення – цикли Вільсона [*Хаїн,2001,2010*]. А також, демонстрація того, що фізична природа цих сил пов’язана з утворенням неоднорідних гравітаційних хвиль у вигляді ПП-континууму.

Задачею роботи буде показати, що наявність гравітаційних хвиль Всесвіту та їх взаємодія із зірковими системами (галактиками, Метагалактикою) є достатніми умовами для утворення та існування усередині цих систем неоднорідних гравітаційних хвиль. Періоди цих хвиль і визначають циклічність коромантійних конвективних процесів Землі та тектонічних процесів, що зумовлюються ними, з періодами в одиниці, десятки і перші сотні мільйони років. А також, що процес дифракційного розсіяння гравітаційних хвиль на дискретно організованих матеріальних структурах Всесвіту забезпечує утворення ПП-континууму з притаманною йому можливістю суміщення двох подій у часі і неможливістю суміщення у просторі.

5. Методи досліджень

Проводиться обґрунтування гравітаційно-хвильової гіпотези сил довгоперіодного тектогенезу у наступній послідовності викладу проблемних питань: 1) механізм утворення гравітаційних хвиль; 2) розсіювання гравітаційних хвиль на дифракційних ґратках (решітках) дискретно організованих космічних систем з утворенням неоднорідних гравітаційних хвиль; 3) доказ існування кореляційного зв'язку періодів неоднорідних хвиль із періодами тектонічних процесів Землі; 4) доказ того, що в процесі розсіяння гравітаційних хвиль в об’ємі 3-мірної дифракційної решітки утворюється ПП-континуум.

6. Результати досліджень

6.1. До природи утворення гравітаційних хвиль Всесвіту

Теорія гравітаційних хвиль досі перебуває у процесі становлення. Нижче наведено деякі відомі уявлення про природу утворення гравітаційних хвиль. А також розглянуто альтернативну авторську гіпотезу дуалістичної природи гравітаційних хвиль, засновану на відомому з квантової механіки принципі дуалізму де Бройля [*Гіпотеза,2021; Кузьмичев, 1989*].

Однією з перших завдань нашого розгляду буде обґрунтування широкосмугового спектру гравітаційних хвиль, а також наступний висновок про необхідність існування в структурі Всесвіту частотного фільтра, за допомогою якого відбувається виділення низькочастотних складових цього спектру як ініціаторів довгоперіодних тектонічних процесів у тілі Землі.

Динаміка зоряних асоціацій як причина утворення гравітаційних хвиль. З теорій гравітації випливає, що незмінним може бути тільки поле, створене самотнім тілом. У системі кількох тіл, що рухаються, їх гравітаційна взаємодія супроводжується утворенням гравітаційного поля, яке не може бути постійним. Але величина випромінюваної хвильової гравітаційної енергії дуже мала. Вона виникає лише у п'ятому наближенні по множнику $1/c$, де c – швидкість світла, тоді як в перших чотирьох наближеннях енергія системи залишається незмінною. Тому генерація інтенсивних гравітаційних хвиль, енергії яких виявиться достатньо для ефективного впливу на тектоносферу Землі, можлива лише у тому випадку, якщо генеруюча система, по-перше, має дуже великі маси і, по-друге, характеризується значними прискореннями у динаміці розвитку.

Такою генеруючою системою може бути, наприклад, асоціація (група) галактик. Астрофізичні дослідження показують [*Книппенхан,1990*], що порівняно з відносно стабільною будовою окремих галактик скупчення галактик є нестабільним утворенням і характеризується здатністю розпадатися і знову утворюватися з іншими параметрами (кількістю галактик у скупченні, середньою відстанню між ними). Тривалість квазістабільного існування скупчення сягає десятки мільйонів років. Таким чином, можна сподіватися, що галактичне скупчення в момент створення або розпаду може бути інтенсивним генератором гравітаційних хвиль. Утворення інтенсивних гравітаційних хвиль пов'язується також із процесом об'єднання чорних дірок та нейтронних зірок.

Реліктові гравітаційні хвилі передбачаються теорією інфляції. Це хвилі з колосальними розмірами, що вимірюються мільярдами світлових років [*Рубаков,2001*]. В інфляційній схемі не тільки квантові флуктуації поля інфлатону розтягуються вибухом експоненційного розширення, а й дрібні квантові брижі, що розглядається як гравітаційні хвилі, також розтягується в тканині простору.

Оскільки брижі у просторі відповідно до метричної теорії гравітації є нічим іншим, як гравітаційними хвилями, інфляційна схема передбачає, що довгоперіодні гравітаційні хвилі, що спостерігаються зараз, також вироблялися в ранні моменти існування всесвіту. Їх часто називають початкові гравітаційні хвилі, щоб відрізнити їх від хвиль, які генеруються нещодавніми інтенсивними астрофізичними подіями [*Грін,2004*].

Відштовхуючись від роботи [*Попов,2021*], зазначимо, що згадані вище реліктові гравітаційні хвилі «*могли мати найрізноманітнішу довжину, зокрема й дуже велику. І вони впливали на Всесвіт і далі, оскільки вони в ньому залишилися, тобто вони збурювали весь простір-час і в наступні часи. Тому, коли Всесвіт заповнився звичайною речовиною, ця речовина також відчувала ці збурення*».

Хвилі матерії де Бройля як гравітаційний хвильовий процес. Згідно з висновками загальної теорії відносності (ЗТВ), хвильове гравітаційне поле генерується тільки у разі руху однієї матеріальної системи щодо іншої не з постійною швидкістю u, а з нерівномірним прискоренням. У рамках спеціальної теорії відносності (СТВ), де розглядаються лише рухи із постійною швидкістю, начебто немає механізму утворення гравітаційних хвиль.

Звернемося до квантової механіки, яка, як відомо, розвивалася незалежно від ЗТВ та отримала низку результатів, які не вписуються в ЗТВ. Одним з них є дуалістична теорія де Бройля, яка ґрунтується на постулаті, що будь-які об'єкти мікро або макросвіту (електрон, протон, атом, молекула і т. д.) поряд з корпускулярними властивостями мають ще й хвильові. З теорії де Бройля випливає, що тіло, яке рухається зі швидкістю u, може розглядатися нерухомим спостерігачем як хвиля з довжиною $\lambda = h/mu$, де h - помножена на 2π постійна Планка, m - маса тіла [*Кузьмичев,1989*].

Існування рівності $mc^2 = h\nu$, де m - маса частинки, h - постійна Планка, $\nu = 1/T$, T - період хвилі де-Бройля, свідчить про те, що кожній частинці може бути поставлене у відповідність значення частоти хвилі, яке безпосередньо пов'язане з масою частинки та властиве самій частинці. Хвилю де Бройля називають також хвилею матерії, значення її частоти визначається тільки масою частинки.

Відповідно до теорії де Бройля енергія E та імпульс p частинки пов'язані з круговою частотою ω і довжиною λ хвилі співвідношеннями:

$$E = h\omega, \; p = \frac{2\pi h}{\lambda}, \; p = hk \tag{1}$$

де k – хвильове число. З виразів для імпульсу p=$m\,u$ і (1) отримуємо, що довжина хвилі λ частинки з масою m , що рухається зі швидкістю u, дорівнює:

$$\lambda = 2\pi h/mu \tag{2}$$

Оскільки $\lambda = 2\pi c/\omega$, то використовуючи (2), приходимо до співвідношення:

$$\frac{h}{mu} = c/\omega \tag{3}$$

Звідси з огляду на те, що $E = mc^2$ маємо:

$$E = h\omega = muc = m_0 uc/(1 - \frac{u^2}{c^2})^{0,5}. \tag{4}$$

Тобто, енергія хвилі, що сприймається спостерігачем, щодо якого частка рухається зі швидкістю u, тим більше, чим більша маса спокою m_0 і швидкість u частки.

Зазначимо деякі властивості дебройлівських хвиль. Вони схильні до інтерференції та дифракції, а факт залежності фазової швидкості від довжини хвилі вказує на те, що ці хвилі відчувають і дисперсію. Групова швидкість хвилі де Бройля дорівнює швидкості частинки V.

Тобто, якщо в СТВ тіло, що рухається, з постійною швидкістю V не здатне генерувати гравітаційну хвилю, то згідно постулатів квантової механіки будь-яке рухоме тіло може розглядатися як хвиля або хвильовий процес. Це дає нам можливість тіло, що рухається з постійною швидкістю, розглядати як хвилю, або як гравітаційну хвилю, що сприймається нерухомим спостерігачем. Ми говоримо про гравітаційну хвилю, оскільки в нашому випадку ми абстрагуємося від впливу теплових, електромагнітних та інших полів і оперуємо лише з чистою масою.

Хвиля де Бройля – не гармоніка, а випадковий хвильовий процес. Зазвичай вважається, що хвильові властивості макроскопічних об'єктів не виявляються через малі довжини хвиль. Так, для тіла масою 200 г, що рухається зі швидкістю 3 м/сек, довжина хвилі $\approx 10^{-31}$ см, що лежить далеко за межами спостережних можливостей. Однак для мікрочастинок довжини хвиль лежать у доступній спостереженню області. Наприклад, для електрона, прискореного різницею потенціалів 100 вольт, довжина хвилі 10^{-8} см, що відповідає розміру атома.

Але можливість експериментального вивчення хвилі де Бройля суттєво розширюється, якщо розглядати її не як гармоніку, а як випадковий хвильовий процес. Для обґрунтування такої можливості розглянемо питання про фізичний зміст енергії $E = h\omega$. У традиційному розумінні принципу дуалізму вважається, що частка масою m може розглядатися як хвиля з енергією E та частотою ω.

Як правило, найчастіше мається на увазі окрема хвиля-гармоніка, енергія якої не зосереджена в якійсь точці простору, як це властиво локалізованій частинці, а зосереджена в

нескінченному просторі. У загальному випадку це фізично нереальна ситуація. Тим більше, що вираз $E = h\omega$ зовсім не дає підстав для такого спрощеного уявлення.

Насправді, цей вираз може розглядатися як енергія не окремої частотної складової ω, а як енергія сукупності (смуги) частотних складових діапазоні від 0 до $+\omega$. Величина енергії хвилі-частки в цьому випадку дорівнюватиме площі прямокутника висотою h і шириною ω. Протяжність хвилі все одно залишається нескінченною в просторі. Але енергія хвилі буде переважно локалізована в околиці розташування самої частки, а значення частоти означатиме «видиму» частоту частки-хвилі.

Тобто дуалістичний постулат де Бройля можна сформулювати і так: маса m, що рухається щодо спостерігача зі швидкістю V, сприймається останнім як випадковий широкосмуговий хвильовий процес з видимою частотою ω.

Експериментальним підтвердженням наведеної гіпотези можуть бути досліди Девіссона і Джермера, що вивчали розсіювання електронів на атомах кристала, а також досліди Штерна, в яких вивчалося розсіювання більш важких нейтральних (незаряджених) атомів і молекул на двовимірних дифракційних гратках [*Борн,1970*].

У цих дослідах було показано, що для важких атомів дифракційна картина виходить досить розпливчастою, тоді як легких відносно чіткою. На наш погляд, розпливчастість дифракційної картини для важких атомів свідчить, що їм відповідає не хвиля-гармоніка, а хвиля – випадковий широкосмуговий процес. І чим більша маса тіла, тим більш широкосмуговий хвильовий процес їй відповідає, і тим менш виразна дифракційна картина, що породжується цим процесом при розсіянні.

Гравітаційно-хвильова природа релятивістської кінетичної енергії. А тепер приведемо обґрунтування того, що хвилі матерії де Бройля ніщо інше як релятивістська кінетична енергія тіла. Або ж, що те саме, релятивістська кінетична енергія представляє собою енергію гравітаційного хвильового поля навколо рухомого тіла. Для цього скористаємося обґрунтуванням фізичної природи кінетичної енергії, приведеним в роботі [*Захаров,2003, с. 132-137*].

У ньютонівській механіці маса тіла завжди є його інваріантною характеристикою, у релятивістській механіці така роль відводиться його масі спокою m_0, яка вважається «власною масою» тіла. Вона незмінна для даного тіла - одна і та ж у будь-якій системі відліку. Для непорушного спостерігача релятивістська маса рухомого тіла дорівнює сумі власної маси тіла і величини, пропорційної його кінетичної енергії. Факт збільшення маси тіла зі швидкістю еквівалентний тому, що збільшення кінетичної енергії тіла проявляється у збільшенні його маси.

Щоб визначити співвідношення між релятивістською масою тіла та його енергією, звернемося до 4-мірного простору подій, що описується геометрією псевдоевклідового простору E_4^2. Траєкторія руху матеріальної точки описується в ньому часово-подібною (ЧП) світовою лінією, тобто лінією, що проходить усередині світлового конуса спостерігача. Тобто всі зроблені нижче висновки будуть характеризувати події у ЧП-континуумі.

У кожній точці 4-мірної траєкторії частинки, що рухається, будується дотичний до неї 4-вектор $\bar{S}$ і компоненти цього вектора виражаються через релятивістську масу m:

$$S^0 = mc^2, \;\; S^0 = mu_x c, \quad S^0 = mu_y c, \qquad S^0 = mu_z c \,. \tag{5}$$

Тут $u_x = \frac{dx}{dt}, \; u_y = \frac{dy}{dt}, \; u_z = \frac{dz}{dt}.$

Складова S^0 (її називають часовою) має сенс релятивістської енергії матеріальної точки: $E = mc^2$. Три наступні складові 4-вектора S (їх називають просторовими) є помножені на швидкість світла c складові релятивістського імпульсу $\bar{p} = m\bar{u}$ точки, що рухається щодо обраної інерційної системи відліку зі швидкістю $\bar{u}$.

У геометрії простору подій квадрат 4-вектора $\bar{S}$ записується у вигляді

$$\bar{S}^2 = (S^0)^2 - (S^1)^2 - (S^2)^2 - (S^3)^2. \quad (6)$$

Або у вигляді:

$$m^2c^4 - m^2c^2u^2 = m_0^2c^4. \quad (7)$$

Последняя формула связывает релятивистскую энергию $E = mc^2$ и релятивистский импульс $p = mu$:

$$E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4. \quad (8)$$

У цьому взаємозв'язку релятивістських енергії та імпульсу полягає реальний фізичний зміст їхнього об'єднання в один чотиривимірний вектор. Релятивістські імпульс і енергія – кожен зокрема не інваріанти перетворень системи відліку, але разом виявляються частинами єдиного, ширшого цілого, вже інваріантного. Подібно тому, як простір і час не є інваріантами, а складений з них квадрат інтервалу є вже інваріантом для інерціальних систем відліку.

Вираз для кінетичної енергії T тіла для швидкості u зрівняній з швидкістю світла має вигляд:

$$T = E - E_0 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{u^2}{c^2}}} - m_0c^2. \quad (9)$$

Тут $E_0 = m_0c^2$. Ньютонівський вираз $T = mu^2/2$ справедливий лише для повільних тіл ($u \ll$ c), для яких можна покласти, що $m = m_0$.

Порівняння виразів (8) та (9) дозволяє записати, що релятивістська кінетична енергія тіла має вигляд:

$$T = muc. \quad (10)$$

Але точно такий же вигляд має і формула (4) для енергії хвилі де Бройля. З теорії де Бройля випливає, що тіло, яке рухається зі швидкістю u, має енергію, що дорівнює muc і може розглядатися нерухомим спостерігачем як хвиля з довжиною $\lambda = h/mu$, де h - помножена на 2π постійна Планка, m - маса тіла [*Кузьмичев,1989*]. Важливо, що не будь яка маса, наприклад – маса нерухомого тіла, може бути представлена хвильовою енергією, а лише та частина маси-енергії, яка обумовлена рухом тіла, тобто його кінетичною енергією, може розглядатися в якості енергії дебройлівської хвилі.

Вираз (10) отриманий з релятивістської теорії, де тіло розглядається, умовно кажучи, як корпускула. Аналогічний йому вираз (4) – отриманий з квантової теорії в допущенні, що будь-які об'єкти мікро або макросвіту (електрон, протон, атом, молекула і т. д.) поряд з корпускулярними властивостями мають ще й хвильові. Це дозволяє нам зробити висновок про гравітаційну хвильову природу релятивістської кінетичної енергії.

Ми говоримо про гравітаційне хвильове поле, яке утворюється навколо рухомого тіла, оскільки, як вже згадувалось вище, в нашому випадку ми абстрагуємося від впливу теплових, електромагнітних та інших полів і оперуємо лише з чистою масою. Такий висновок можливий лише завдяки квантовій теорії, оскільки загальна теорія відносності успішно пояснює і правильно описує лише явище кінетичної енергії тіла-корпускули, що рухається з постійною швидкістю, відмічає, що це гравітаційна енергія, але не вдається в пояснення якого типу ця гравітаційна енергія – це постійне гравітаційне поле чи хвильове?

І ще одне. Яка ж сумарна енергія (чи потужність) гравітаційних хвиль у Всесвіті. Оскільки ми ототожнюємо хвильову гравітаційну енергію з кінетичною, то спробуємо відповісти на це

питання за допомогою цитати: «…релятивістська кінетична енергія руху частки безмежно зростає при устремлінні швидкості частки до швидкості світла» [*Захаров,2003, с. 138*]. В переповненому рухом Всесвіті, в якому до того ж далекі галактики віддаляються від нас з швидкістю зрівняною з швидкістю світла, тяжко очікувати дефіциту енергії гравітаційних хвиль. Чому ж існують проблеми з їх виявленням, про це дещо нижче.

Добавимо також, що тим самим ми дотикаємося і до проблеми походження темної енергії, про що ми вже згадували в роботі [*Карпенко,2022б]*. Тільки там був зроблений наголос на величину релятивістської гравітаційної маси у Всесвіті, а наразі доречно добавити – в тому числі і маси, представленої енергією гравітаційних хвиль.

Гравітаційне хвильове поле Всесвіту як інтерференційна сукупність. Що ж до гравітаційних хвиль, що пов'язуються нами з хвилями де Бройля, то, з одного боку, кожна хвиля – це випадковий хвильовий процес, а з іншого, у сумі це інтерференційна сукупність випадкових хвильових процесів. До того ж енергія високих частот де Бройля генерується переважно масивними космічними тілами, тоді як енергія низьких частот – як масивними тілами, так і елементарними частинками Космосу. Оскільки кількість елементарних частинок у космосі незрівнянно більша за кількість масивних утворень (зірок, планет), то можна зробити висновок, що основний внесок у сукупне поле хвиль де Бройля на низьких частотах вносять елементарні частинки.

Зазначимо, що інтерференційне підсумовування випадкових процесів не призводить до їхнього взаємного знищення. При синфазному підсумовуванні відбувається накопичення амплітуди хвилі і сумарна енергія дорівнює добутку числа процесів на квадрат середньої амплітуди процесу. У разі накопичуваних процесів з випадковою фазою і амплітудою сумарна енергія також зростає, але дорівнює добутку кількості процесів на їхню середню амплітуду, а не на квадрат амплітуди.

Про необхідність існування у структурі Всесвіту частотних фільтрів гравітаційних хвиль. Надалі нас цікавитимуть лише низькі частоти розглянутого вище випадкового хвильового поля гравітаційних хвиль із періодами рівними мільйонам років, тобто, порівнянні з періодичністю Т-фаз у тектонічній історії Землі.

Вище викладені аргументи свідчать про існування у Всесвіті широкого частотного діапазону гравітаційних хвиль. Тому значення видимої (ефективної, дієвої) частоти широкосмугового гравітаційного хвильового поля не може бути покладено основою пояснення довгоперіодної тектонічної циклічності. Наприклад, у разі білого спектра частот сумарного гравітаційного поля, видима частота співпадатиме з найбільшим значенням частоти в спектрі, а це, природно, надвисокі частоти. Сумарне поле хвиль де Бройля з тієї ж причини через інерційні та реологічні властивості речовини Землі також ніякого реального впливу на її ядро, кору або поверхню справляти не буде.

На Землю можуть ефективно впливати лише наднизькі частоти хвиль. Тому необхідно, щоб у будові Всесвіту існував частотний фільтр, що виділяє ці наднизькі частоти практично з білого шуму, яким представлений спектральний склад гравітаційного поля хвиль Всесвіту.

Покажемо, що такими частотними фільтрами можуть бути дископодібні космічні утворення, як галактики, скупчення галактик, окремі групи зірок і навіть павутино подібна комірчаста структура всього Всесвіту. Всі ці системи можуть розглядатися як двовимірні або тривимірні решітки з відносно рівномірно розподіленими по площині диска або об'єму дифракційними вузлами – зірками для галактики, або самими галактиками в скупченні галактик. У разі тривимірної системи будь-який її переріз може розглядатися як двомірна дифракційна решітка, що полегшує розгляд задачі розсіювання гравітаційного поля хвиль на дифракційних вузлах останньої.

6.2. Розсіювання гравітаційних хвиль на дифракційних решітках Всесвіту

Таким чином, для перетворення такого складного гравітаційного поля на об'ємну гравітаційно-тектонічну хвилю заданої частоти необхідно, щоб у космічному просторі існував частотний фільтр, який із цього поля тим чи іншим чином виділить енергію частотних складових з періодами у кілька мільйонів, десятків та сотень мільйонів років . Тобто тієї періодичності, яка властива тектонічним процесам у тілі Землі (Штілле, Вільсона та інших).

Для нас важливим буде те, що вище названі космічні об’єкти (галактики та інші) можуть розглядатися як дискретно організовані системи, що мають вигляд 3-вимірної дифракційної решітки (гратки), яка в свою чергу може бути представлена сукупністю 2-мірних решіток, на складових яких – вузлах решітки – відбувається розсіяння хвиль. Хвиль різної природи. В тому числі і розсіяння сукупності хвиль, якими може бути представлене гравітаційне поле Всесвіту.

Що є результатом цього розсіяння? Розглянемо з цією метою розв’язок хвильового рівняння відносно розсіяння гармонічної хвилі на плоскій 2-мірній дифракційній решітці. Нехай в просторовій точці (x, y, z) площини решітки в момент часу t існує гравітаційне поле наступного вигляду:

$$F(x, y, z, t) = \sum_i u_i(x, y, z, t). \qquad (11)$$

Тут $F(x, y, z, t)$ – інтерференційна сукупність однорідних плоских хвиль $u_i(x, y, z, t)$.

Для довільної плоскої хвилі $u(x, y, z, t)$, якщо величина u змінюється з часом по гармонічному закону $u = Ue^{-i\omega t}$, де ω – частота, хвильове рівняння має вигляд:

$$\nabla^2 U + k^2 U = 0; \quad k = \frac{\omega}{c}, \qquad (12)$$

де U – амплітуда як функція просторових координат, k – хвильовий вектор

Найбільш простим розв’язком рівняння (12) є той, який описує однорідну плоску хвилю вигляду:

$$U = e^{ikr} = U_0 e^{i(k_x x + k_y y + k_z z)}, \qquad U_0 = const, \qquad (13)$$

де r – радіус-вектор. Повний вираз для плоскої хвилі має вигляд

$$U = e^{ikr} = U_0 e^{i(k_x x + k_y y + k_z z) - i\omega t}, \quad k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = k^2, \quad U_0 = const. \qquad (14)$$

Поверхня рівних фаз хвилі визначається із відношення [*Литвиненко,1974*]:

$$k_x x + k_y y + k_z z = C = const. \qquad (15)$$

Якщо вважати, що при $t = 0$ рівнянням хвильової поверхні є (15), то при $t = t_1$ хвильова поверхня буде описуватися виразом:

$$k_x x + k_y y + k_z z = C + \omega t_1 = C_1. \qquad (16)$$

Тобто з плином часу плоска хвильова поверхня переміщується паралельно самій собі.

Результати розв’язку хвильового рівняння (12) з аналізом фізичного змісту неоднорідних хвиль представлені нижче.

Як приклад розглянемо модель будови сукупності галактик, яку представимо у вигляді диска з дискретним розміщенням галактик усередині нього. Фізичною моделлю будови сукупності галактик є дифракційна решітка із середніми відстанями між елементами Λ_x – за

координатою x та Λ_y за координатою y. Така решітка модулює падаючі на неї гравітаційні хвилі. На відстані z від її поверхні гравітаційне поле позначимо як $U(x, y, z)$. Якщо $U(x, y, z \to 0)$ - це поле у безпосередній близькості від поверхні диска, то розв'язком гравітаційного хвильового рівняння буде:

$$G(v_x, v_y, z) = G(v_x, v_y, z \to 0)\exp\,(iz\sqrt{k^2 - ({v_x}^2 + {v_y}^2)}). \tag{17}$$

Тут $G(v_x, v_y, z)$ та $G(v_x, v_y, z \to 0)$ - Фур'є-спектри полів $U(x, y, z)$ та $U(x, y, z \to 0)$, відповідно, $k = 2\pi/\lambda$, λ - довжина хвилі (будь-якої частотної складової), $v_x = 2\pi/\Lambda_x$, $v_y = 2\pi/\Lambda_y$ - просторові частоти зміни поля по осях x та y після модуляції поля поверхнею диска – решітки.

З (17) випливає, що спектральною характеристикою шару простору завтовшки z є функція

$$K(v_x, v_y, z) = \exp\,(iz\sqrt{k^2 - ({v_x}^2 + {v_y}^2)}). \tag{18}$$

Оскільки це комплексна функція, вона може бути подана у вигляді:

$$K(v_x, v_y, z) = |K(v_x, v_y, z)|\exp\,(i\varphi(v_x, v_y, z)), \tag{19}$$

Де $|K(v_x, v_y, z)|$ - амплітудно-частотна, а $\varphi(v_x, v_y, z)$ - фазово-частотна характеристики шару простору завтовшки z в координатах просторових частот.

В області просторових частот ${v_x}^2 + {v_y}^2 \le k^2$, що потрапляють у межі кола з радіусом k:

$$|K(v_x, v_y, z)| = 1; \qquad \varphi(v_x, v_y, z) = z\sqrt{k^2 - ({v_x}^2 + {v_y}^2)} \tag{20}$$

а в області частот поза цим кругом $({v_x}^2 + {v_y}^2 > k^2)$:

$$|K(v_x, v_y, z)| = \exp\left(-z\sqrt{({v_x}^2 + {v_y}^2) - k^2}\right); \qquad \varphi(v_x, v_y, z) = 0 \tag{21}$$

Позначимо через $v^2 = {v_x}^2 + {v_y}^2$, тоді оскільки $k = 2\pi/\lambda$, то умова $v > k$ прийме вигляд $\lambda > \Lambda$. Нас цікавитиме спектральна характеристика середовища (21), отримана саме за умови $\lambda > \Lambda$, тобто коли довжина хвилі більша за середню відстань між окремими неоднорідностями (зірками в галактиці) вздовж поверхні диска (рис. 1).

У випадку (20) решітка-диск у високочастотному наближенні не змінює амплітудно-частотної характеристики хвилі, що проходить крізь неї, тоді як у випадку (21) решітка-диск для частотних складових $\lambda > \Lambda$ являє собою фільтр, на виході якого утворюються неоднорідні плоскі (НП) хвилі з $\lambda > \Lambda$.

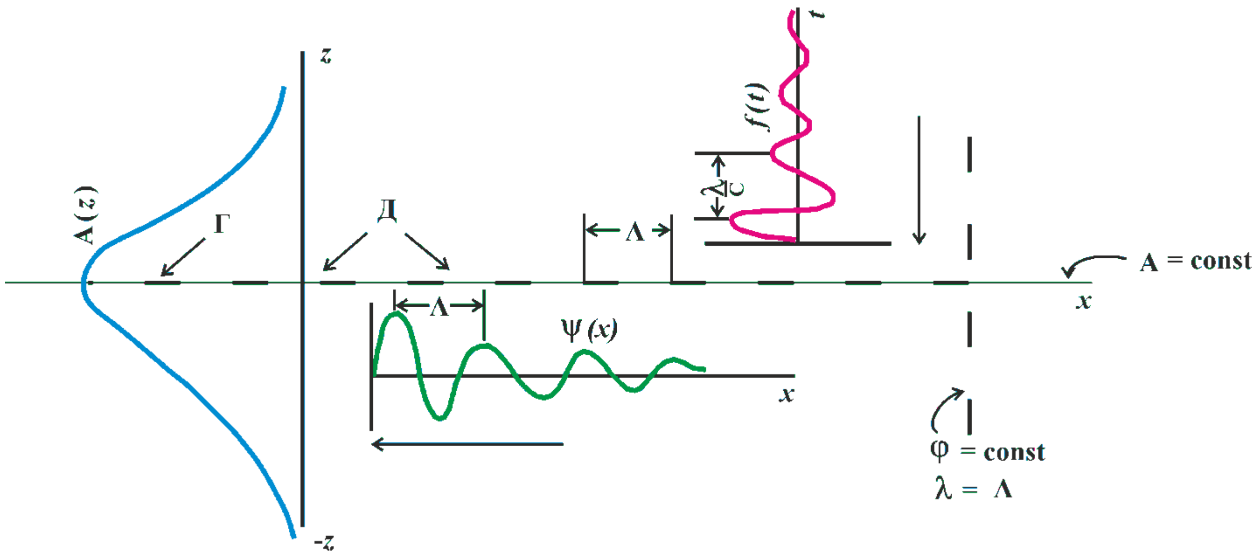


Рис. 1. До механізму утворення неоднорідної плоскої гравітаційної хвилі.

Д – дифракційна решітка, утворена сукупністю галактик Г із середньою відстанню між галактиками рівною Λ ; $f(t)$складова гравітаційного хвильового поля з періодом λ, t – час; $\psi(x)$ – неоднорідна плоска гравітаційна хвиля (НП-хвиля) з переважним значенням просторового періоду рівним Λ, x – просторова координата; $A = const$ – площина вівних амплітуд НП-хвилі; $\varphi = const$ – площина рівних фаз НП-хвилі; $A(z)$ - розподіл амплітуди НП-хвилі вздовж координати z.

Розсіювання енергії вселенського гравітаційного хвильового поля на дифракційній решітці Метагалактики (сукупності галактик) супроводжується утворенням НП-хвилі з періодом $\boldsymbol{\Lambda}$, *що дорівнює середній відстані між галактиками. Оскільки $\Lambda = cT/\sqrt{2}$, де c - швидкість світла, то T визначає період, з яким НП-хвиля впливає на матеріальні об'єкти галактик.*

Характерною особливістю НП-хвилі є те, що площина однакових фаз такої хвилі виявляється перпендикулярною площині однакових амплітуд, величина амплітуди експоненційно згасає в напрямку осі z з коефіцієнтом загасання тим більшим, чим більша різниця $(\lambda - \Lambda)$. У виразі (21) $\varphi\left(v_x, v_y, z\right) = 0$. Це означає, що площина однакових фаз НП-хвиль збігається з напрямком осі z, тоді як площина однакових амплітуд знаходиться в площині $x0y$, тобто. у площині решітки-диску.

Таким чином, відносно широкосмугового гравітаційного хвильового поля решітка-диск виступає як амплітудно-частотний фільтр, що виділяє із загального гравітаційного поля частотні складові з довжинами хвиль $\lambda > \Lambda$. Не тільки виділяє, а й утворює з них у площині решітки-диска НП-хвилю. Амплітуда НП-хвилі згасає при віддаленні від цієї площини. Її частотний спектр може займати діапазон довжин хвиль $\lambda \in (\Lambda, \infty)$ але ефективною довжиною хвилі буде $\lambda = \Lambda$ з двох причин.

Перша пов'язана з тим, що при рівномірному по амплітуді спектрі в діапазоні $\lambda \in (\Lambda, \infty)$, "видимою" або ефективною довжиною хвилі буде найменша з довжин хвиль, тобто $\lambda = \Lambda$, а друга - з тим, що при віддаленні від площини диска по осі z найменше згасання властиве саме хвилі з довжиною $\lambda = \Lambda$, що видно з (21).

Оскільки площина однакових фаз НП-хвилі збігається з напрямком осі z, фазова швидкість V_φ в цьому напрямку прямує до нескінченності; відповідно, групова швидкість V_g внаслідок співвідношення $V_\varphi V_g = c^2$ прямує до нуля. Іншими словами, енергія НП-хвилі по осі z не переноситься, а зосереджена в площині $x0y$ в околі диска, ефективна товщина якого в напрямку z визначається загасанням хвилі.

Оскільки для плоских хвиль справедлива рівність [*Борн,1970*]:

$$k_x^2 + k_y^2 + k_z^2 = k^2, \tag{22}$$

де k_x, k_y, k_z – проекції хвильового вектору k на відповідні осі декартової системи координат, то внаслідок того, що k_z= 0, а $k_x = k_y$, маємо $2k_x^2 = k^2$ або $V_\varphi^x = V_\varphi^y = \sqrt{2}c$, оскільки $k_x = \omega/V_\varphi^x$, $k_y = \omega/V_\varphi^y$, $k = \omega/c$. Звідси для групової швидкості, з якою відбувається перенесення енергії вздовж осей x і y, отримуємо $V_g^x = V_g^y = c^2/(\sqrt{2}c)$. А значення періоду НП-хвилі набуде вигляду

$$T = \Lambda/(\frac{c}{\sqrt{2)}}) = \sqrt{2}\Lambda/c. \tag{23}$$

Позначивши через $R = \Lambda/(cN)$ - відстань між вузлами ДР у світлових роках, де N – кількість секунд в одному році, отримуємо

$$T = \frac{\sqrt{2}R}{|c|}, \qquad T = 4{,}6126R^*/|c|, \tag{24}$$

де R^* - відстань між вузлами дифракційної решітки (ДР) виражено у парсеках (1 парсек дорівнює 3.2616 світлових років), T – видимий період НП-хвилі з розмірністю року, $|c|$ - розмірність швидкості світла.

У випадку, якщо розглядається, наприклад, розсіювання звукової хвилі на вузлах будь-якої дифракційної решітки, то зручніше використовувати формулу (23), в якій Λ - відстань між вузлами в метрах, а замість c використовується швидкість поширення звуку в метрах за секунду.

Нами розглянуто процес розсіювання хвиль на 2-мірній решітці. У 3-мірному Всесвіті таке розсіювання відбувається на всіх 2-мірних площинах 3-мірного куба. В результаті НП-хвилі складаються. Наприклад, якщо в межах галактики містяться групи зірок із середньою відстанню R^* між сусідніми зірками, то простір усієї галактики може розглядатися як заповнений НП-хвилями із середнім періодом *T*. Тому утворюється об'ємна стояча хвиля, амплітуда якої змінюється з періодом *T*.

Тим самим, можна вважати, що енергія низькочастотних складових гравітаційного поля з довжинами хвиль $\lambda > \Lambda$ нікуди не поширюється, а ніби «приліплюється» до об'ємної дифракційної решітки. Напрямок поширення первинної хвилі зберігають лише частотні складові з довжинами хвиль $\lambda < \Lambda$, тоді як поле хвиль з $\lambda > \Lambda$, характеризується нескінченним значенням фазової швидкості у первинному напрямку.

Поле НП-хвиль як ПП-континуум. Іншими словами, це «застигле» в часі поле НП-хвиль може розглядатися як просторовоподібний (ПП) континуум (простір-час). Дві події ПП-світу збігаються в часі, про що свідчить нескінченне значення фазової швидкості НП-хвилі в напрямку поширення первинної хвилі. Але дві події ПП-світу не можуть збігатися у просторі, а це означає, що енергія поля хвиль із довжинами $\lambda > \Lambda$ перешкоджає просторовому суміщенню сусідніх подій – зірок у нашому прикладі. Точніше, утворений названою енергією хвиль ПП-континуум не дозволяє відбутися такому суміщенню.

Енергія поля умовно високочастотних гравітаційних хвиль із довжинами $\lambda < \Lambda$ залишається перебувати у часовоподібному (ЧП) світі, в якому дві події можуть збігатися у просторі, тобто реалізується властивість гравітації, але не збігаються у часі, що породжує причинно-наслідкову властивість цього світу.

У ПП-світі властивість суміщення двох подій у часі породжує можливість одночасної реакції всіх подій континууму на зовнішній вплив, тобто весь континуум у часовому вимірі сприймається як одна подія, умовно кажучи, як єдиний «організм». Але у просторовому вимірі всі події зберігають «індивідуальність», більше того, утворений НП-хвилями ПП-світ перешкоджає просторовому зближенню подій, виявляючи цим властивість антигравітації.

Можна так підсумувати вплив гравітаційного поля хвиль на дискретно організовані матеріальні системи у Всесвіті. Високочастотне поле посилює властивості ЧП-світу, сприяючи гравітаційному зближенню подій та прояву причинно-наслідкових зв'язків. Низькочастотне поле, навпаки, виявляє властивості ПП-світу і, відповідно, антигравітації, тому перешкоджає зближенню подій у просторі, умовно кажучи, «працює» у напрямі поширених у Всесвіті відцентрових сил та сил, що обумовлені внутрішнім тиском різної природи в консолідованих тілах. Разом з тим, ПП-світ сприяє об'єднанню всіх подій у часі, що дозволяє розглядати систему дискретно організованих матеріальних подій континууму у часі як єдину подію або як єдиний організм.

7. Перспективи подальшого розвитку досліджень

Один із напрямків подальшого розвитку досліджень буде представлений у частині 2 статті. Буде обґрунтовуватися, що довгоперіодна циклічність в шаруватості кори (осадової товщі) Землі, що вимірюється мільйонами, десятками мільйонів і сотнями мільйонів років, обумовлена впливом неоднорідних хвиль Всесвіту, оскільки швидкості занурення осадових басейнів у кору і мантію Землі модулюються сумарним значенням гравітаційного потенціалу. Тим самим, Земля може розглядатися як гравітаційна антена, а її осадова товща як своєрідна «магнітофонна» стрічка, в шаруватості якої записані та збережені часові зміни гравітаційного потенціалу в точці Всесвіту, де знаходиться Земля.

Буде проведено зіставлення відомих часових періодів тектонічної циклічності (Штілле, Бертрана, Вільсона та іншими) з просторовими періодами дискретної структури будови Всесвіту (галактиками, групами галактик, скупченнями груп галактик). Буде показано, що періоди глобальної тектонічної активності Землі задовільно визначаються через характерні розміри просторової структури Всесвіту. І, навпаки, за періодичністю тектонічної активності можуть бути уточнені середні значення відстаней між зірками у групі зірок, між групами зірок у Галактиці, між галактиками тощо.

Приведене в даній статті теоретичне обґрунтування відкриває також можливості вивчення тих природних феноменів, які не могли бути предметом дослідження при постановці в часоподібному світі. Це і згадувані вище фізична природа інерції, і пояснення фізичного змісту уповільнення часу та лоренцевого скорочення.

Очікується, що з часом буде відкрито ще і багато інших природних феноменів, які відбуваються саме в ПП-світі. Один із них - це, так званий, феномен «квантової заплутаності», згідно якого рознесені у просторі на будь-які віддалі дві події одночасно реагують на подразнення лише однієї із них. На нашу думку, таке можливе лише у ПП-континуумі.

Те ж саме стосується поведінки дискретно організованих систем, наприклад, рою бджіл, косяка риб, стада тварин та інших. В багатьох ситуаціях ці системи ведуть себе як один організм – всі особини системи одночасно реагують на зовнішні подразнення, різко змінюючи напрямок руху і при цьому не стикаються між собою, не травмують один другого. Така поведінка також можлива лише в умовах перебування системи в ПП-континуумі. Добавимо, що сказане стосується і нерідко загадкової поведінки людських колективів.

8. Висновки

Наведено відомі уявлення про природу утворення гравітаційних хвиль. А також розглянуто альтернативну авторську гіпотезу дуалістичної природи гравітаційних хвиль, що ґрунтується на відомому з квантової механіки принципі дуалізму де Бройля. Тіло, що рухається з постійною швидкістю, розглядається як гравітаційна хвиля, що сприймається нерухомим спостерігачем.

При цьому хвиля де Бройля характеризується не як гармоніка, а як білий шум з амплітудою, що дорівнює величині сталої Планка та верхньою частотою рівною частоті де Бройля. Обґрунтовується, що частина маси-енергії, яка обумовлена рухом тіла, тобто його кінетичною енергією, може розглядатися в якості енергії дебройлівської хвилі - енергії гравітаційного хвильового поля рухомого тіла.

Сумарне хвильове гравітаційне поле Всесвіту розглядається як білий шум, що складається з інтерференційної сукупності загалом нескінченного числа плоских хвиль із випадковою амплітудою та фазою. Видима частота гравітаційного хвильового шуму прямує до нескінченності, його енергія відмінна від нуля і складається з енергією постійного гравітаційного поля створюваного матеріальними тілами Всесвіту.

У великих масштабах значення гравітаційного потенціалу шуму однакове для всіх точок простору Всесвіту, його градієнт за просторовими координатами дорівнює нулю, тому в цілому шумом не створюється сила, що сприяє переміщенню матеріальних об'єктів у просторі.

При взаємодії хвильового шуму з дискретно організованими системами Всесвіту – сукупностями зірок, галактик та іншими – відбувається розсіювання енергії кожної плоскої гравітаційної хвилі на дифракційній решітці такої системи. При цьому хвилі з довжинами хвилі значно меншими за відстань між вузлами решітки-системи практично не змінюють свого первинного напрямку руху, а енергія хвиль, довжини яких рівні і більше цієї відстані, перетворюється на енергію неоднорідних плоских хвиль.

Характерними рисами неоднорідної плоскої хвилі є:

- низькочастотність, видима довжина хвилі в $\sqrt{2}$ рази більша за відстань між вузлами в решітці; для зоряних систем довжини неоднорідних хвиль вимірюються мільйонами, десятками мільйонів та сотнями мільйонів світлових років;

- площина однакових амплітуд неоднорідної плоскої хвилі співпадає з площиною дифракційної решітки і експоненційно зменшується в напрямку первинного руху хвилі; тому вся енергія низькочастотного гравітаційного хвильового поля, що пішла на утворення неоднорідних хвиль, зосереджена у площині дифракційної решітки;

- площина однакових фаз неоднорідної плоскої хвилі перпендикулярна до площини однакових амплітуд і збігається з напрямком первинного руху хвилі, тому фазова швидкість у первинному напрямку руху хвилі дорівнює нескінченності і всі події розташовані в цьому напрямку можуть розглядатися як такі, що відбуваються одночасно; в 3-мірному варіанті весь простір Всесвіту, як сукупність дискретно організованих систем, на низьких частотах може розглядатися як такий, що характеризується властивістю суміщення будь-яких двох подій у часі, тобто як просторовоподібний (ПП) континуум.

- події ПП-світу не можуть не можуть бути суміщені в просторі, тому зосереджена в площині дифракційної решітки низькочастотна енергія неоднорідних хвиль перешкоджає просторовому зближенню сусідніх подій (вузлів решітки), тобто має як би «антигравітаційні» властивості. Точніше, утворений названою енергією гравітаційних хвиль ПП-континуум протидіє такому суміщенню.

Список літератури:

1) *Авсюк Ю. Н.* Внеземные факторы, воздействующие на тектогенез // Фундаментальные проблемы общей тектоники (Пущаровский Ю. М. – ред.). – Москва: Научный мир, 2001. – С. 425-443.

2) *Борн М., Вольф Э.* Основы оптики. Перевод с англ., под ред. Г. П. Мотулевич. М., «Наука», 1970.

3) *Геологический словарь*. В 2-х томах. Том 2. М.: Недра, 1978. С. 347-348.

4) *Гипотеза де Бройля* – Лекция 4 https://www.youtube.com/watch?v=Vvku9MMZltM

5) *Грин Б. Р.* Ткань космоса: Пространство, время и структура реальности / Перевод Юрия Артамонова книги «The fabric of the cosmos: space, time and the texture of reality / Brian R. Greene». Random House, Inc., New York, 2004. ISBN 0-375-41288-3. y-a-arta@yandex.ru.

6) *Жарков В. Н.* Внутреннее строение Земли и планет. – Москва: Наука. Гл. редакция физ.-мат. лит., 1983. – 416 с.

7) *Захаров В. Д.* Тяготение. От Аристотеля до Эйнштейна. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 278 с.

8) *Зоненшайн Л. П., Кузьмин М. И.* Палеогеодинамика. – Москва: Наука, 1993. – 192 с.

9) *Карпенко И. В.* Физическая природа циклов Вильсона, Бертрана, Штилле // Эволюция тектонических процессов в истории Земли // Материалы 37 Тектонического совещания. Том 1. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2004, – С. 217-220.

10) *Карпенко І. В., Приходченко О. Є.* Тектоностадії циклу Вільсона // Збірник наукових праць УкрДГРІ. – Київ, 2009. – №3. – С. 96-107.

11) *Карпенко И.В., Приходченко Е.Е.* Ряды тектонофаций в строении континентальных окраин. В сборнике «Современное состояние наук о Земле». Материалы международной конференции, посвященной памяти В. Е. Хаина. Москва, Геол. факультет МГУ им. М. В. Ломоносова, 2011, С. 1504 - 1508

12) *Карпенко И.В.* Синергетическая тектоника. 1. Физическая природа глобальных цикличностей // Геофизический журнал. – 2012. – Т. 34. – № 5. – С. 60–71.

13) *Карпенко И.В.* Синергетическая тектоника.2. Тектоническая таксономия глобальных цикличностей // Геофизический журнал. – 2012. – Т. 34. – № 6. – С. 22-36.

14) *Карпенко И.В.* Синергетическая тектоника. 3. Основная тектоническая закономерность в строении континентальных окраин //Геофизический журнал. – 2013. – Т. 35. – №2. – С. 61–71.

15) *Книппенхан Р.* 100 миллиардов солнц. Рождение, жизнь и смерть звезд. М.: Мир, 1990. 293 с.

16) *Кузьмичев В. Е.* Законы и формулы физики./ Отв. ред. Тартаковский В.К. – Киев: Наук. думка, 1989. – С. 864.

17) *Лобковский Л. И., Никишин А. М., Хаин В. Е.* Современные проблемы геотектоники и геодинамики. – Москва: Научный мир, 2004. – 612 с.

18) *Малая энциклопедия современных знаний* / составитель Менделев В. А. – Харьков: Торсинг, 1998. –768 с.

19) *Новиков И. Д.* Эволюция Вселенной. 2-е изд., М.: Наука. Глав. ред. физ.-мат. лит-ры, 1983, 192 с.

20) *Обстановки* осадонакопления и фации: В 2-х т. Под ред. Х. Рединга. - М.: Мир, 1990. т.1, -352 с.

21) *Попов Сергей:* «10 главных загадок астрофизики» https://www.youtube.com/watch?v=gM_5iLJ3bMc&t=7022s

22) *Пущаровский Ю. М.* Тектонические феномены океанов. // В сборнике докладов «Фундаментальные проблемы общей тектоники». М.: Научный мир, 2001. С. 174-230.

23) *Рубаков Валерий*: "Загадки вселенной" https://www.youtube.com/watch?v=UeX1xTL72-E

24) *Хаин В. Е.* Крупномасштабная цикличность, ее возможные причины и общая направленность тектонической истории Земли.//Фундаментальные проблемы общей тектоники. (Пущаровский Ю. М.- ред.) – Москва: Научный мир, 2001. – С.403-424.

25) *Хаин В. Е.* Об основных принципах построения подлинно глобальной модели динамики Земли // Геология и геофизика, – 2010. – Т.51, № 6, – С. 753-760.

26) *Хаин В. Е.* Тектоника континентов и океанов (год 2000). М.: Научный мир, 2001. 606 с.

27) *Харленд У. Б., Кокс А. В., Лелевеллин П. Г.* Шкала геологического времени. М.: Мир, 1985. 140 с.

28) *A Geologic Time Scale 1989*. By W.B. Harland, R.L. Armstrong, A.V. Cox, L.E. Craig, A.G. Smith, D.G. Smith. Cambridge University Press. 1989.

Spatial-like continuum and gravitational waves. Part 1. To the nature of the formation of gravitational waves

Ivan Karpenko
Ukrainian Oil and Gas Academy (UNGA), Kyiv, Ukraine
ORCID 0000-0002-2500-8960

Abstract. The gravitational field is studied in the process of its dispersion on discretely organized material objects of the universe (clusters of galaxies, star systems, groups of stars) and the formation of inhomogeneous gravitational waves with the structure of a spatial-like (SL) continuum (space-time). The influence of low-frequency components of the gravitational field of the Universe on the tectonic cyclical structure of the Earth's sedimentary layer with periods of millions to hundreds of millions of years is demonstrated. And also the fact that inhomogeneous gravitational waves form a local SL-continuum with the inherent possibility of combining two events in time and the impossibility of combining them in space. The gravity-wave hypothesis of the forces of long-period tectogenesis is substantiated in the following sequence of problematic questions: 1) mechanism of formation of gravitational waves; 2) scattering of gravitational waves on diffraction gratings of discretely organized space systems with the formation of non-homogeneous gravitational waves; 3) proof of the existence of a correlation between the periods of non-homogeneous waves and the periods of the Earth's tectonic processes; 4) proof that in the process of scattering of gravitational waves in the volume of a 3-dimensional diffraction grating, a SL-continuum is formed. The hypothesis of the nature of gravitational waves, which is based on the principle of de Broglie dualism known from quantum mechanics, is considered. A body moving at a constant speed is seen as a gravitational wave perceived by a stationary observer. At the same time, the de Broglie wave is characterized not as a harmonic, but as white noise with an amplitude equal to the Planck constant and an upper frequency equal to the de Broglie frequency. It is substantiated that part of the mass-energy, which is due to the movement of the body, that is, its kinetic energy, can be considered as the energy of the Debrougli wave - the energy of the gravitational wave field of the moving body. The dependence of the period of inhomogeneous waves generated on gratings on the average distance between cosmic formations (stars, galaxies, etc.) has been established. The Earth is perceived as a gravitational antenna, and its sedimentary layer as a kind of "tape recorder" where the temporal changes of the gravitational potential at the point of the universe where the Earth is located are recorded and stored. It is shown that heterogeneous waves formed by the scattering of gravitational waves on groups of stars are responsible for the 11-year periodicity of the Sun's activity. Waves formed by scattering on the nearest galaxies initiate a tectonic process with a periodicity of 1.24 million years (galactic cycle), on groups of galaxies - with a periodicity of 15 million years (Stille cycles), on galaxy clusters (the cellular structure of the Universe) - with a periodicity 400 million years (Wilson cycles).

Keywords. Gravitational waves, the Universe, clusters of galaxies, groups of stars, inhomogeneous waves, Earth, tectogenesis, cycles of Stille, Wilson, spatial continuum.
